

Japanese Patent Application Publication No.51-29032

Particulars:

Title: Optical Doppler Radar Apparatus

Inventor: Naganou Munehiko et. al

Assignee: Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha

Filing Date in Japan: February 5, 1966

Application Number: No.45-6564

Claim 1: An optical Doppler radar apparatus having a light source portion, wherein

said light source portion comprises a gun oscillator element (1) and an insection laser diode (3) combined with each other,

and wherein the laser output from said insection laser diode (3) is modulated by a micro wave output from said gun oscillator element (1) by applying a pulse current to both of said gun oscillator element (1) and said laser diode (3).

Effect: According to the above structure, an optical radar apparatus of high performance, small sized and low-cost can be obtained.

① Int. Cl<sup>2</sup>

② 日本分類

③ 日本国特許庁

④ 特許出願公告

G01 S 9/68

107 D 1

昭51-29032

# 特 許 公 報

④公告 昭和51年(1976) 8月23日

庁内整理番号

発明の数 1

(全 5 頁)

1

2

## ⑤ 光ドブラレーダ装置

審 判 昭 4 5 - 6 5 6 4

⑥ 特 願 昭 4 1 - 6 6 1 2

⑦ 出 願 昭 4 1 ( 1 9 6 6 ) 2 月 5 日

⑧ 発 明 者 長能宗彦

尼崎市南清水字中野 8 0 三菱電機  
株式会社中央研究所内

同 須崎渉

同所

⑨ 出 願 人 三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内 2 の 2 の 3

⑩ 代 理 人 弁理士 葛野信一

## 図面の簡単な説明

第 1 図はインゼクションレーザの代表的な特性を示す図、第 2 図はガン効果を用いた発振器の代表的な特性を示す図、第 3 図はインゼクションレーザ光のマイクロ波変調の原理図、第 4 図はこの発明のレーザに使用する光源の変調過程を示す図、第 5 図はこの発明に使用する光源部を示す略線図、第 6 図はこの発明の一実施例を示す系統図である。

なお図中同一符号は相当部分を示すものとする。

## 発明の詳細な説明

光を利用したレーダそのものについてはかなり以前から考え方が存在していたが、特に最近コヒーレントなレーザ光が得られるようになって以来種々の試みがなされて来た。例えばレーザ光を利用した光レーダについて考えると、ルビーレーザやガラスレーザなどの固体レーザを用いたレーダは強力なパルス光を得ることができるため、光の反射から目標までの距離を求めることが実際行なわれている。しかしこれは種々の欠点がある。即ちレーザのポンピングのためにフラッシュランプを必要とし、発光効率が低く(約 1%)、電源等が大形になる。又レーザ発振そのものはスパイク状なのでレーダとして使用するのには具合が悪く

従つて Q スイッチ等で単一のパルスを得る必要がある。さらに、この形のものでは繰返し早く出せず、Q スイッチングを行なうとマイクロ波変調がかけにくく、たとえかけ得たとしても変調度が大きくとれず、出力がある程度犠牲になる。さらに又、レーザには発振用キャビティを構成する鏡など機械的、構造的に取扱いや調整に細心の注意を要するものを持つている等幾多の欠点があつた。一方、ヘリウム・ネオンやアルゴン等の気体レーザでもパルス発振を行なわせてレーダ光源として利用できるが、これまた上述したような欠点があり、レーダとして不利であつた。

これに対してインゼクションレーザ (Injection Laser) は発光はフラッシュランプ等を使わず素子に電流を流すだけでよく、発光効率高く(約数 10%)、素子自身がレーザ用キャビティを構成しているため小形となり且つ取扱いは容易で、時間応答性が早く、パルス幅、パルス繰返しも自由に選べ、変調をかけるのも容易である等の長を有するものである。

この発明は上述のインゼクションレーザ(これは半導体レーザ、PN 接合レーザ、接合レーザ、ダイオードレーザともいう。の利点を生かし、このレーザから得られるレーザ光パルスを例えば n 型 GaAs からなるガン素子 (Gunn 素子) によつてマイクロ波変調をかけたものを光源とした光レーダに関するものである。

先ずインゼクションレーザの特性について考えると、これは第 1 図に示すように横軸にインゼクションレーザに流れる電流  $J$  を、縦軸にレーザ光強度  $I$  をとり、絶対温度  $T$  をパラメータにとると、レーザダイオードからの光は閾値  $J_{t1}$ ,  $J_{t2}$  を超えるとコヒーレントになり、出力も 10 倍〜 10<sup>5</sup> 倍になる。一方ガン素子を用いたマイクロ波発振器の代表的特性を第 2 図について説明すると、第 2 図で横軸にガン素子にかかる電圧  $V$ 、縦軸にマイクロ波発振出力  $W$  をとつている。電圧範囲

3

$V_T < V < V_n$ ではガン素子の厚さで定まる周波数の出力が得られる。従つて、空洞中にガン素子を取付け、適当な電圧を加えると一定周波数のマイクロ波(数百~数千MC)が得られる。従つて、インゼクションレーザと、ガン素子による発振器とを組み合わせ、第3図に示すように横軸をマイクロ波入力で振ると、レーザ光強度はそのマイクロ波によつて変調を受けることになる。即ち第4図a, b, cに示すように横軸に時間 $t$ をとると、レーザダイオードに矩形波パルス電流を流せば第4図aのようなレーザ光パルスが得られ、一方上記矩形波パルス電流と同じ電流をガン素子に加えると第4図bに示されたようなマイクロ波が得られる。従つて両者を組み合わせれば第4図cに示されたようなレーザ光パルスが得られる。

本発明のレーダには上述したレーザ光パルスを光源とするもので、その光源部の具体例を第5図について説明する。第5図aはガン素子1を第1のマイクロ波空洞2に納め、又レーザダイオード3を第2のマイクロ波空洞4に納め、これら両空洞2, 4を結合部5で結合すると共に、パルサー6, 7からの矩形波電流を上記ガン素子1及びレーザダイオード3に同時に加えるようにしたもので、レーザ光8はレーザダイオード3から得られる。

第5図b及びcはガン素子1とレーザダイオード3とを同一のマイクロ波空洞9内に納め、同一パルサー10からの電流により駆動するもので、第5図bはガン素子1とレーザダイオード3とを並列にしたもの、第5図cは直列にしたものを示している。

第6図は上記光源部を備えた光レーダの一例を示すもので、10はパルサー、11は光源部、12は送信光学系13、受信光学系14を有する光学系、15は受信検出器、16は表示部、17は制御部である。

今このレーダによりマイクロ波変調を受けたレーザ光パルスが目標に向つて発射されたとすると、このパルスの繰返し周波数 $f_T$ (PPS)とし、光速度を $C$ とすれば、光パルスが戻るまでの時間 $\tau$ 、目標までの距離 $S$ との間には次の関係が成立する。

$$S = \frac{C\tau}{2} = C \cdot \frac{n}{2f_T}$$

4

但し $n$ は $\tau$ 中に発射されるパルス数である。 $\tau$ を時間測定器で測定するか、 $n$ を数えるかにより $S$ を求めることができ、精度 $\Delta S$ は

$$\Delta S = \frac{C \Delta \tau}{2} = C \frac{\Delta n}{2f_T} \quad \text{となる。} \quad \Delta C \text{は時間測定誤差、} \Delta n (=1) \text{はパルス数の測定誤差である。}$$

次に目標が相対速度 $v$ で動いているものとする。光の周波数 $\nu$ 、マイクロ波の周波数を $f_m$ とすると、ドブラ効果による周波数偏移は、マイクロ波変調がかかっている場合と、いる場合はそれぞれ次のような周波数成分をもつ。

$$(a) \quad \delta \nu = \frac{2v}{C} \nu$$

$$(b) \quad \delta \nu^+ = \frac{2v}{C} (\nu + f_m), \quad \delta \nu^- = \frac{2v}{C} \nu,$$

$$\delta \nu^- = \frac{2v}{C} (\nu - f_m)$$

ここで、 $\delta \nu^+$ ,  $\delta \nu$ ,  $\delta \nu^-$ はそれぞれ変調による上側帯波成分、基本波成分、下側帯波成分である。レーザ光がスペクトル幅 $\Delta \nu$ を持っているとすると、マイクロ波変調がされていないと、検出可能であるためには $\delta \nu > \Delta \nu$ でなくてはならない。

即ち、 $\frac{v}{C} > \frac{\Delta \nu}{2\nu}$  となり $v$ は大きくないと検出されないし、又精度も悪い。しかし、周波数 $f_m$ でレーザ光が強度変調されていると、受信信号周波数成分には、 $f_m$ ,  $f_m \pm \delta \nu^+$ ,  $f_m \pm \delta \nu$ ,  $f_m \pm \delta \nu^-$ があり、それらの間のビートとして、例えば次の周波数成分のものが得られる。

$$2f_m + \delta \nu^+ - \delta \nu^- = 2f_m + \frac{4v}{C} f_m = 2f_m \left(1 + \frac{2v}{C}\right) \quad \text{この式には} \nu \text{も} \Delta \nu \text{も含まれていない。}$$

即ち光の周波数やスペクトル巾に関係なくマイクロ波周波数と速度だけによつて検出周波数成分が定まり、又速度 $v$ が小さくても $f_m$ の安定度が良ければ精度よく測定できることを示している。一般にインゼクションレーザはスペクトル幅が大きいのでそのままでは光ドブラレーダへの応用は困難であつたが、変調をかけることにより実現できるものである。

以上のように、この発明はガン素子とレーザダイオードとを組み合わせたものを光レーダ光源部としているためレーザ光パルスを変調するのに電気入力として電気パルスだけを加えればよく、励振に際しての制御が比較的簡単に行なえる上、直

5

接マイクロ波をレーザダイオード入力として結合できるから効率が良く、変調周波数や変調レベルはガン発振素子を適当に選り電気パルス入力を調整することによつて自由に調整し得るものである。

又変調用マイクロ波をレーザダイオードに加え5  
る場合、ガン発振器によらず通常のクライストロ  
ン発振器等を用いると高周波器等を用いると高周  
波伝送線が必要となり大形となるが、この発明に  
よれば極めて小形に構成し得るものである。

従つてこの発明によれば高性能の光レーダを安10  
価に提供するものである。

#### ⑦特許請求の範囲

1 ガン発振素子とインゼクションレーザダイオ

6

ードとを結合し、両者にパルス電流を加えて上記  
インゼクションレーザダイオードから生ずるレー  
ザ出力を上記ガン発振素子から生ずるマイクロ波  
出力によつて変調するようにしたものを光源部と  
したことを特徴とする光ドブラレーダ装置。

#### ⑧引用文献

特 公 昭32-7997

電子技術 1965年11月号 第17~18頁  
TERMAN "Electronic and Radio  
Engineering" 1955 McGRAN HILL  
Book Co. INC 第1036~1037頁

图 1

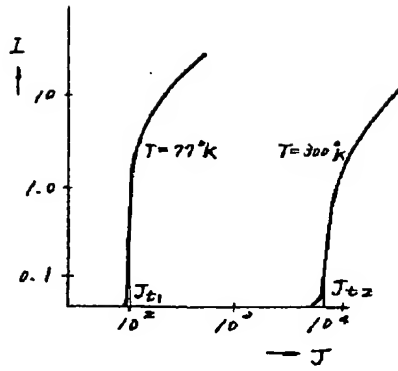


图 2

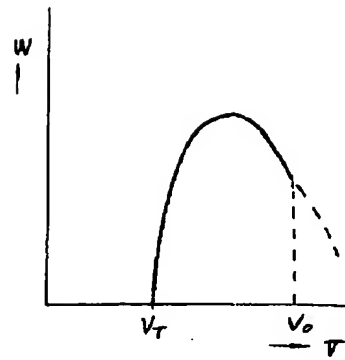


图 3

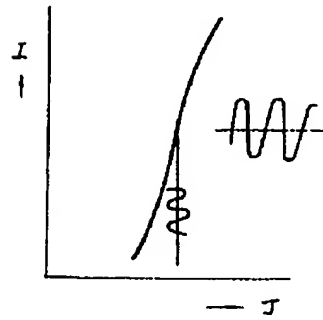


图 4

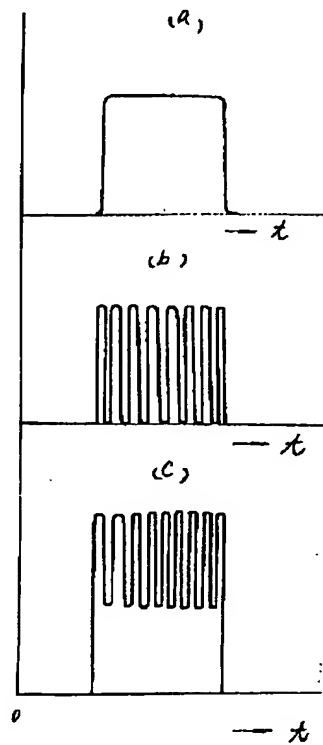
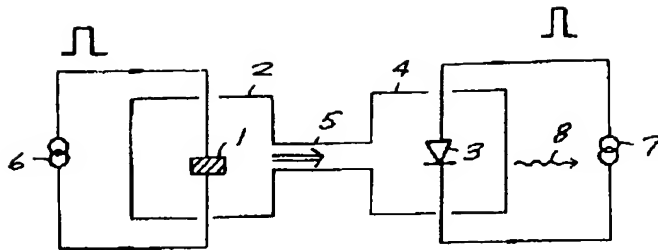
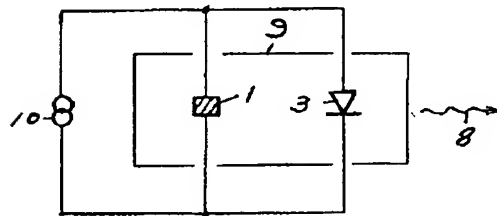


図 5

(A)



(B)



(C)

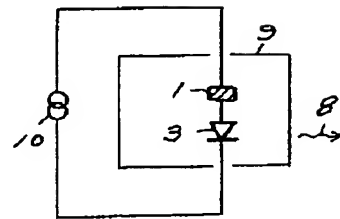


図 6

